

## Beban Kerja Fisik Pekerja Pengolah Emping Jagung di UKM Sofia Kota Malang

### *Physical Workload of Corn Processing Workers in SME Sofia Malang City*

Rizky Luthfian Ramadhan Silalahi\*, Dhita Morita Ikasari, Riska Septifani,  
Ardaneswari Dyah Pitaloka Citraresmi, Panji Deoranto

Department of Agro-industrial Technology, Faculty of Agricultural Technology, Universitas Brawijaya,  
Jl. Veteran, Malang 65145, Indonesia

\*[rizkylrs@ub.ac.id](mailto:rizkylrs@ub.ac.id)

Received: 28<sup>th</sup> August, 2017; 1<sup>st</sup> Revision: 23<sup>rd</sup> October, 2017; 2<sup>nd</sup> Revision: 20<sup>th</sup> November, 2017; Accepted: 30<sup>th</sup> October, 2017

#### Abstrak

Seluruh proses produksi pada UKM Sofia melibatkan kinerja manual manusia sehingga memiliki risiko cedera kerja tinggi. Tingkat beban kerja fisik yang dialami pekerja belum diketahui. Tujuan penelitian ini adalah menentukan tingkat beban kerja fisik pekerja pada UKM Sofia. Metode yang digunakan adalah pengukuran faktor fisiologis pekerja berupa denyut jantung (%HRR) dan konsumsi oksigen. Selain itu pengamatan terhadap suhu tubuh pekerja juga dilakukan untuk melihat pengaruh kegiatan bekerja pekerja terhadap suhu tubuh. Denyut jantung pekerja diukur menggunakan *finger pulse oxymeter* dan suhu tubuh diukur menggunakan termometer telinga, dilakukan sebelum, selama, dan sesudah pekerja bekerja. Tujuh pekerja pada UKM Sofia dijadikan objek penelitian untuk mengukur beban kerja tersebut. Hasil penelitian menunjukkan tingkat beban kerja fisik berdasarkan nilai %HRR dan konsumsi oksigen (liter/menit) adalah perebusan 23% (tidak terjadi kelelahan) 0,9 (berat), pencucian 1 31% (perlu perbaikan) 1,1 (berat), pencucian 2 31% (perlu perbaikan) 1,1 (berat), pengukusan 21% (tidak terjadi kelelahan) 1,1 (berat), pendinginan 10% (tidak terjadi kelelahan) 1,1 (berat), pemipihan dan penjemuran 15% (tidak terjadi kelelahan) 0,9 (sedang), pengayakan 9% (tidak terjadi kelelahan) 0,8 (sedang), dan penggorengan 16% (tidak terjadi kelelahan) 0,9 (sedang). Perbaikan sebaiknya dilakukan pada proses pencucian 1 dan 2 dikarenakan memiliki tingkat beban kerja fisik tertinggi.

**Kata kunci:** beban kerja fisik, kelelahan kerja, konsumsi oksigen, perbaikan kerja, %HRR

#### Abstract

All production process in UKM (SME) Sofia involving manual work, so it has a high risk of physical injury. Physical workload level endured by the workers has not identified yet. The method conducted was by measuring physiological factors of heart rate (%HRR) and oxygen consumption. Workers' body temperature was also measured to analyze the work effect to body temperature. Heart rate measurement was done using finger pulse oximeter while body temperature using an ear thermometer, measured before, during, and after work. Seven workers at UKM Sofia were all involved to be these research respondents to measure the physical workload. Research results showed that physical workload based on %HRR and oxygen consumption (litre/minute) for boiling process 23% (low workload) and 0.9 (high), 1st washing process 31% (need improvement) and 1.1 (high), 2nd washing process 31% (need improvement) and 1.1 (high), steaming process 21% (low workload) and 1.1 (high), cooling process 10% (low workload) and 1.1 (high), drying process 15% (low workload) and 0.9 (medium), sieving process 9% (low workload) and 0.8 (medium), frying process 16% (low workload) 0.9 (medium). Improvements have to be done in the first and second washing process as they have the highest physical workload level.

**Keywords:** oxygen consumption, physical workload, work fatigue, work improvement, %HRR

## PENDAHULUAN

Manusia adalah salah satu faktor penting yang ada dan harus diperhatikan dalam suatu sistem kerja. Pada sistem kerja sebuah perusahaan manufaktur atau pemrosesan, faktor manusia ada dalam wujud pekerja yang bekerja di perusahaan tersebut. Pentingnya pekerja di sebuah perusahaan

dikarenakan kinerja pekerja ikut menentukan keberhasilan dan keberlangsungan perusahaan. Pada era globalisasi dan otomatisasi seperti saat ini, keberadaan mesin dapat menggantikan beberapa pekerjaan manusia dengan capaian yang lebih baik. Namun begitu, pekerja manusia yang melakukan pekerjaan manual masih banyak ditemui, terlebih di negara berkembang seperti Indonesia

dimana jumlah usaha skala kecil dan mikro mendominasi. Pada tahun 2015 usaha kecil dan mikro di Indonesia berjumlah 3.668.873 unit dengan 8.735.781 tenaga kerja (Badan Pusat Statistik, 2016), yang menunjukkan banyaknya keterlibatan manusia. Pada usaha skala kecil menengah, sebagian besar pekerja melakukan kerjanya secara manual yang menimbulkan risiko kerja. Risiko kerja tersebut salah satunya dapat dianalisis menggunakan pengukuran beban kerja fisik, dimana beban kerja fisik yang dialami pekerja ketika bekerja akan mempengaruhi kinerja mereka.

Beban kerja berkaitan dengan kelelahan kerja, yang akan menurunkan kinerja dan menambah tingkat kesalahan kerja (Tarwaka, Bakri, & Sudiajeng, 2004; Nurmianto, 2003). Kelelahan kerja adalah suatu hal yang pasti dialami oleh seseorang ketika bekerja baik ringan maupun berat. Kelelahan kerja yang dialami seseorang dalam bekerja akan ikut menentukan kinerja dan hasil kerja atau *output* yang dihasilkan. Secara umum seseorang akan melakukan kinerja yang baik dan memperoleh hasil yang baik pula ketika berada dalam kelelahan kerja yang tidak berlebihan. Hal ini penting untuk diperhatikan suatu perusahaan karena akan berpengaruh terhadap kelangsungan perusahaan, antara lain tercapai tidaknya target produksi dan kualitas produk yang dihasilkan. Maka dari itu beban kerja adalah salah satu hal yang penting untuk diamati pada pekerja.

UKM Sofia merupakan salah satu perusahaan rumahan yang bergerak dalam pengolahan maring dan emping jagung dengan kapasitas produksi 800 kg per hari. Sebagian besar aktivitas penanganan bahan dalam perusahaan ini dilakukan secara manual oleh pekerja, meskipun ada beberapa aktivitas yang dilakukan secara semi otomatis. Aktivitas penanganan bahan manual yang dilakukan pekerja UKM pengolahan emping jagung menunjukkan risiko cedera yang tinggi berdasarkan analisis postur OWAS, dengan 52% posisi kerja berada pada kategori 2 (perlu perbaikan) dan kategori 3 (perlu perbaikan segera) (Wahyudi, Dania, & Silalahi, 2015). Selain itu pekerja juga menyampaikan keluhan yang dialami ketika bekerja, diantaranya rasa nyeri pada bagian leher, punggung, tangan, dan kaki. Risiko cedera dan keluhan pekerja tersebut yang melatarbelakangi penelitian ini, untuk melihat lebih dalam terkait beban kerja fisik yang dialami pekerja. Pengamatan awal yang dilakukan memperlihatkan bahwa secara umum pekerja di UKM Sofia mengalami beban kerja fisik cukup berat dikarenakan peker-

jaan yang menuntut gerakan fisik melibatkan anggota tubuh.

Beban kerja yang diteliti pada penelitian ini adalah beban kerja fisik dengan mengamati aspek fisiologis pekerja. Pengamatan aspek fisiologis kerja diamati karena berat atau ringannya beban kerja yang dilakukan pekerja dapat ditentukan oleh gejala fisik dan bisa diukur (Wignjosoebroto, 2000). Dalam penelitian ini beban kerja fisik pekerja dilakukan dengan pengamatan denyut jantung menggunakan nilai persentase *Heart Rate Reserve* (%HRR), dan juga dari nilai konsumsi oksigen pekerja. Selain itu pengamatan terhadap suhu tubuh pekerja juga dilakukan untuk melihat pengaruh kegiatan bekerja pekerja terhadap suhu tubuh.

Dari penelitian yang dilakukan diharapkan dapat diketahui tingkat beban kerja fisik pekerja di UKM Sofia. Penelitian ini merupakan studi kasus pada satu objek penelitian yaitu UKM Sofia yang mengolah emping jagung, sehingga hasil penelitian ini dapat juga dijadikan acuan pada industri pengolahan sejenis. Indonesia yang merupakan negara agraris berdampak pada banyaknya perusahaan dalam berbagai skala yang bergerak di bidang teknologi pertanian atau industri pertanian. Salah satu usaha di bidang teknologi pertanian atau industri pertanian adalah sektor primer pengolahan pangan yang memiliki persentase jumlah usaha sebesar 48,8%, termasuk UKM Sofia (Sari *et al.*, 2015). Banyaknya proses manual pada industri pertanian seperti yang telah dijelaskan di atas menimbulkan tantangan terkait desain kerja dan produktivitas yang optimal untuk mendukung kinerja usaha. Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia dalam Rencana Strategis 2015-2019 juga menyatakan kepentingan untuk meningkatkan implementasi keselamatan dan kesehatan kerja dalam mendukung kinerja usaha dan industri di Indonesia (Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia, 2015). Hal tersebut terkait erat dengan beban kerja pekerja. Dari latar belakang dan urgensi yang telah dijelaskan di atas, penelitian bertujuan untuk menentukan tingkat beban kerja fisik pekerja pada UKM Sofia. Penelitian ini diharapkan memberikan hasil kajian beban kerja pekerja dalam suatu usaha primer pengolahan pangan, untuk dilakukan perbaikan dalam menunjang kinerja usahanya.

## METODE PENELITIAN

Penelitian dilaksanakan di UKM Sofia, kota Malang, dimulai dari bulan Mei 2016 sampai dengan Oktober 2016. Penentuan tingkat beban

kerja akan melibatkan langsung pekerja, dengan melibatkan semua pekerja yang berjumlah tujuh orang. Profil ketujuh pekerja tersebut disajikan pada Tabel 1.

**Tabel 1.** Profil pekerja UKM Sofia

Pekerja	Berat badan (kg)	Tinggi badan (cm)	Usia (tahun)	Masa kerja (tahun)
1	65	164	36	4
2	68	160	21	3
3	70	180	35	11
4	80	172	31	1
5	86	167	36	7
6	71	180	34	11
7	71	174	30	8

### Pengukuran Denyut Jantung

Parameter fisiologis pertama yang digunakan untuk menentukan tingkat beban kerja fisik adalah denyut jantung pekerja. Tingkat denyut jantung adalah salah satu faktor penunjuk kelelahan yang baik dalam bekerja (Konz & Johnson, 2008). Metode pengukuran denyut jantung digunakan karena mudah untuk diamati, dan dapat digunakan untuk mengukur pengeluaran energi secara tidak langsung (Sitohang, Winaningthias, & Iridiastadi, 2010). Denyut jantung pekerja diukur menggunakan alat *finger pulse oxymeter* dengan tiga waktu pengukuran yaitu sebelum bekerja, ketika bekerja, dan setelah bekerja. Pengukuran denyut jantung sebelum bekerja dilakukan untuk mendapatkan data denyut jantung normal pekerja. Hasil pengukuran denyut jantung ketika bekerja dan setelah bekerja dibandingkan dengan keadaan normal untuk mengamati perubahan denyut jantung. Pengukuran denyut jantung ketika bekerja dilakukan dalam interval 30 menit, untuk melihat perubahan denyut jantung selama pekerja bekerja.

### Pengukuran Suhu Tubuh

Parameter suhu tubuh pekerja juga dilakukan menggunakan termometer telinga. Pengukuran suhu tubuh dapat memberikan informasi yang berguna tentang kondisi termal subjek, yang dapat dilakukan melalui telinga (Benzinger, 1959; Kerslake, 1982). Seperti pada pengukuran denyut jantung, pengukuran suhu tubuh juga dilakukan pada tiga waktu yaitu sebelum bekerja, selama bekerja, dan sesudah bekerja. Suhu tubuh sebelum bekerja digunakan sebagai suhu tubuh normal pekerja, yang dilihat perubahan ketika pekerja bekerja dan sesudah bekerja. Pengukuran suhu tubuh ketika bekerja dilakukan dalam interval 30 menit, untuk melihat perubahan suhu tubuh selama pekerja bekerja.



**Gambar 1.** Skema pengukuran denyut jantung dan konsumsi oksigen dan suhu tubuh

### Pengukuran Tingkat Beban Fisik

#### %HRR

Tingkat beban kerja pekerja ditentukan berdasarkan nilai %HRR yang dihitung berdasarkan nilai denyut jantung yang terukur. Beban kerja fisik pekerja dapat diukur dengan menghitung *heart rate reserve* (%HRR). %HRR adalah peningkatan denyut nadi yang perannya sangat penting dalam peningkatan *cardio output* dari istirahat sampai kerja maksimum, untuk menentukan klasifikasi beban kerja berdasarkan %HRR, dapat dilihat pada Tabel 2. Perhitungan %HRR dapat dilakukan dengan rumus sebagai berikut (Andriyanto & Bariyah, 2012):

$$\%HRR = \frac{\text{Denyut nadi kerja} - \text{denyut nadi istirahat}}{\text{denyut nadi maksimum} - \text{denyut nadi istirahat}} \times 100\%$$

#### Konsumsi Oksigen

Parameter fisiologis kedua yang digunakan untuk menentukan tingkat beban kerja fisik pekerja adalah tingkat konsumsi oksigen pekerja.

Pengukuran konsumsi oksigen pekerja dilakukan menggunakan perhitungan rumus  $Y = 0,014.HR + 0,017.w - 1,706$  (Rakhmaniar, 2007).

Keterangan:

HR = rata-rata denyut jantung setiap proses (denyut/menit)

W = Berat pekerja (kg)

Y = Konsumsi Oksigen (liter/menit).

Pengukuran tingkat konsumsi oksigen menggunakan data denyut jantung yang kemudian ditentukan tingkat beban kerjanya seperti pada Tabel 3.

**Tabel 2.** Klasifikasi beban kerja berdasarkan %HRR

%HRR	Klasifikasi %HRR
< 30 %	Tidak terjadi kelelahan
30% - 60%	Dilakukan perbaikan
60% - 80%	Kerja dalam waktu singkat
80% - 100%	Dilakukan tindakan segera
>100%	Tidak diperbolehkan beraktifitas

(Sumber: Soleman, 2011)

**Tabel 3.** Klasifikasi pekerjaan untuk pekerja pria berdasarkan konsumsi oksigen

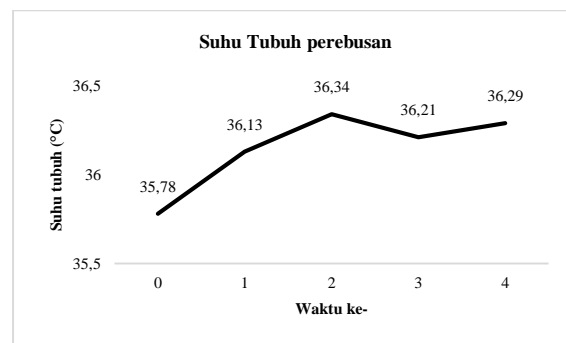
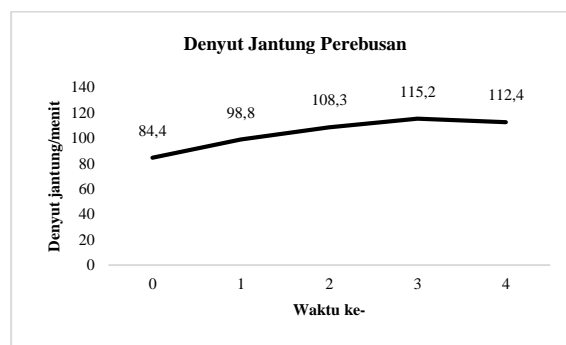
Klasifikasi Pekerjaan	Konsumsi Oksigen (liter/menit)
Ringan	0,706
Moderat	0,906
Berat	1,306
Sangat Berat	1,706
Esktrem Berat	2,106

(Sumber: Iridiastadi & Yassierli, 2015)

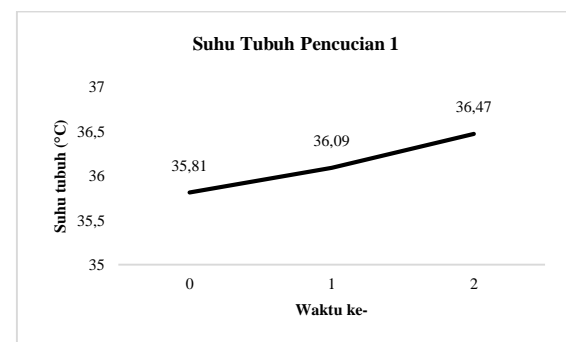
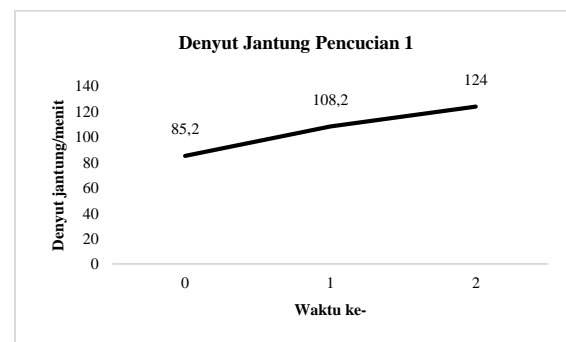
## HASIL DAN PEMBAHASAN

### Denyut Jantung dan Suhu Tubuh Pekerja Perebusan

Denyut jantung pekerja pada kerja perebusan terus mengalami kenaikan setiap 30 menitnya dan mengalami penurunan pada pengambilan data ke 4. Hal tersebut dapat dilihat pada pengambilan data ke 4. Pada pengambilan data ke 0 sampai dengan pengambilan data ke 3 terus mengalami kenaikan dan mengalami puncak kenaikan pada pengambilan data ke 3 dikarenakan pada saat itu pekerja 1 melakukan pekerjaan tersebut terus-menerus karena pada proses perebusan pekerja mengangkat dan memindah bahan baku. Kemudian pada pengambilan data ke 4, mengalami penurunan karena pekerjaannya lebih ringan atau melakukan hal lain sambil menunggu proses perebusan. Berdasarkan pernyataan Rumatela dan Maitimu (2012), kondisi denyut jantung pekerja sebelum bekerja dan denyut jantung pekerja sesudah bekerja berbeda akan mengalami peningkatan. Hal ini menunjukkan bahwa dengan pekerjaan yang semakin meningkat mengakibatkan adanya



**Gambar 2.** Denyut jantung dan suhu tubuh pekerja bagian perebusan



**Gambar 3.** Denyut jantung dan suhu tubuh pekerja bagian pencucian 1

peningkatan denyut jantung sebelum kerja dengan denyut jantung sesudah kerja. Suhu tubuh pekerja perebusan juga mengalami kenaikan yang dapat

disebabkan tingginya suhu di area perebusan dikarenakan alat perebusan yang menggunakan kayu bakar. Penurunan suhu tubuh pada waktu ke-3 dapat dikarenakan pekerja menjauh dari area perebusan untuk mengambil kayu bakar.

#### Pencucian 1

Denyut jantung pekerja pencucian 1 terus mengalami kenaikan setiap 30 menitnya hingga pengambilan data ke 3. Hal tersebut dapat dilihat pada pengambilan data ke 0 sampai dengan pengambilan data ke 3 terus mengalami kenaikan dikarenakan pada saat itu pekerja 2 melakukan pekerjaan tersebut terus-menerus dengan melakukan pekerjaannya secara cepat dan melakukan perpindahan dari proses perebusan kemudian ke pencucian sampai dengan perendaman dengan melakukan perpindahannya secara manual. Oleh sebab itu, denyut jantung pekerja 2 mengalami terus kenaikan karena denyut jantung pekerja akan meningkat selama bekerja dan merupakan proses paling berat dikarenakan hampir melibatkan seluruh anggota tubuh terutama adalah tangan dan kaki. Suhu tubuh pekerja pencucian juga mengalami kenaikan seiring dengan dilakukannya kerja. Berdasarkan pernyataan Fauzi (2013), suhu tubuh pekerja meningkat diakibatkan tingginya beban kerja yang membuat metabolisme tubuh pekerja meningkat, begitu juga panas tubuh meningkat karena proses metabolisme tersebut.

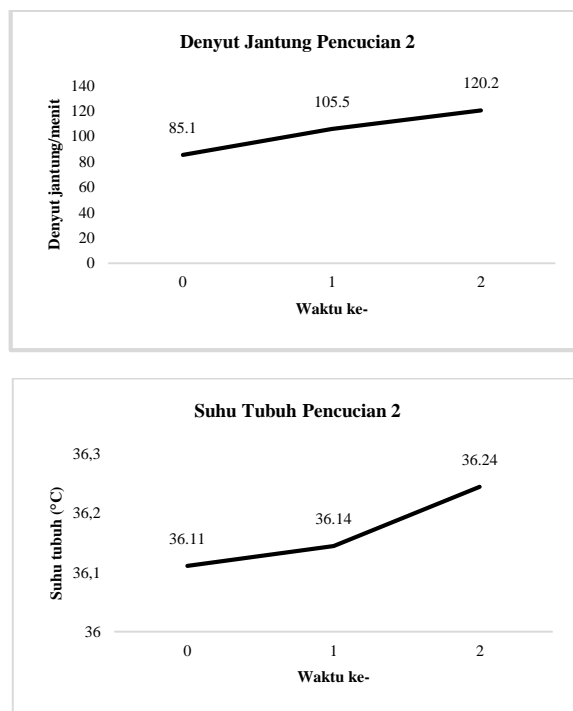
#### Pencucian 2

Denyut jantung pekerja pencucian 2 terus mengalami kenaikan setiap 30 menitnya hingga pengambilan data ke 2. Hal tersebut dapat dilihat pada pengambilan data ke 0 sampai dengan pengambilan data ke 2 terus mengalami kenaikan dan mengalami puncak kenaikan pada data ke 2. Pada saat itu pekerja 3 melakukan pekerjaan tersebut terus-menerus, secara cepat dan melakukan perpindahan dari proses perendaman kemudian dilakukan pencucian 2 sampai dengan dipindahkan pada panci pengukusan dengan melakukan perpindahannya secara manual. Oleh sebab itu, denyut jantung pekerja 3 terus mengalami kenaikan karena denyut jantung pekerja meningkat selama bekerja. Proses ini merupakan paling berat dikarenakan hampir melibatkan seluruh anggota tubuh terutama adalah tangan dan kaki yang bergerak secara cepat dan tepat. Suhu tubuh pekerja pencucian 2 juga meningkat selama bekerja.

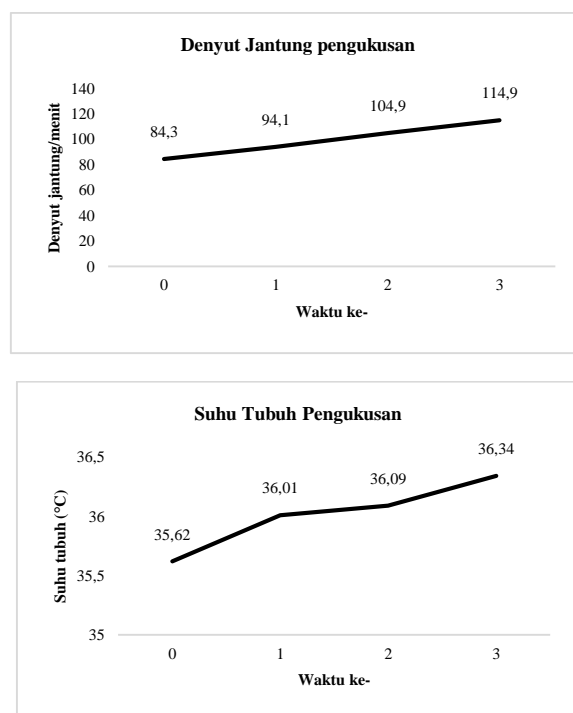
#### Pengukusan

Dari Gambar 5 dapat dilihat bahwa denyut jantung terus mengalami kenaikan setiap 30 menit

hingga pengambilan data ke 2. Hal tersebut dapat dilihat pada pengambilan data ke 0 sampai dengan pengambilan data ke 2 terus mengalami kenaikan



**Gambar 4.** Denyut jantung dan suhu tubuh pekerja bagian pencucian 2



**Gambar 5.** Denyut jantung dan suhu tubuh pekerja bagian pengukusan

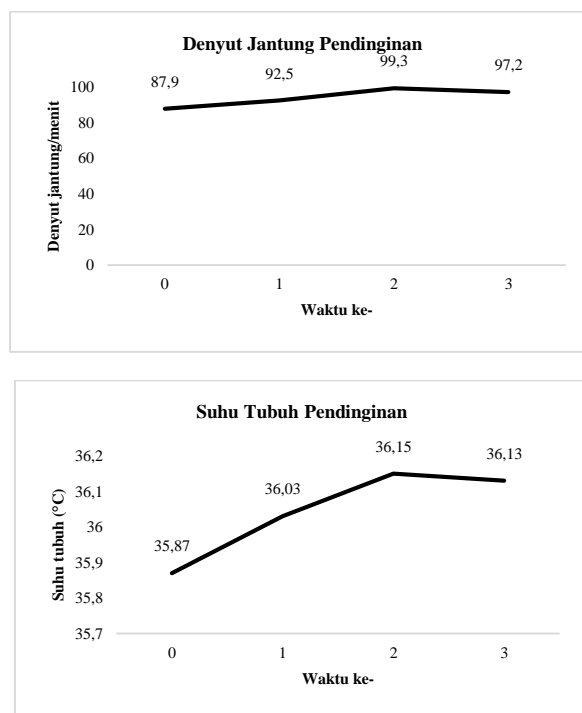
hingga mengalami puncak kenaikan pada data ke 2. Pada saat itu pekerja 4 melakukan pekerjaan tersebut secara terus-menerus secara cepat dan melakukan perpindahan dari proses pengukusan ke proses pendinginan. Perpindahan dilakukan secara manual menggunakan keranjang dengan beban bahan baku yang berat. Oleh sebab itu, denyut jantung pekerja 4 mengalami terus kenaikan karena denyut jantung pekerja meningkat selama bekerja tanpa adanya istirahat dikarenakan melibatkan gerakan tangan yang bertumpu pada bahu. Suhu tubuh pekerja pengukusan juga meningkat selama bekerja yang dapat diakibatkan suhu area kerja pengukusan yang panas, dikarenakan menggunakan alat pengukus berbahan bakar kayu bakar. Berdasarkan pernyataan Hunt (2011), bahwa tekanan panas dalam hal ini kombinasi lingkungan dan intensitas kerja berpengaruh terhadap sistem termoregulasi tubuh.

### Pendinginan

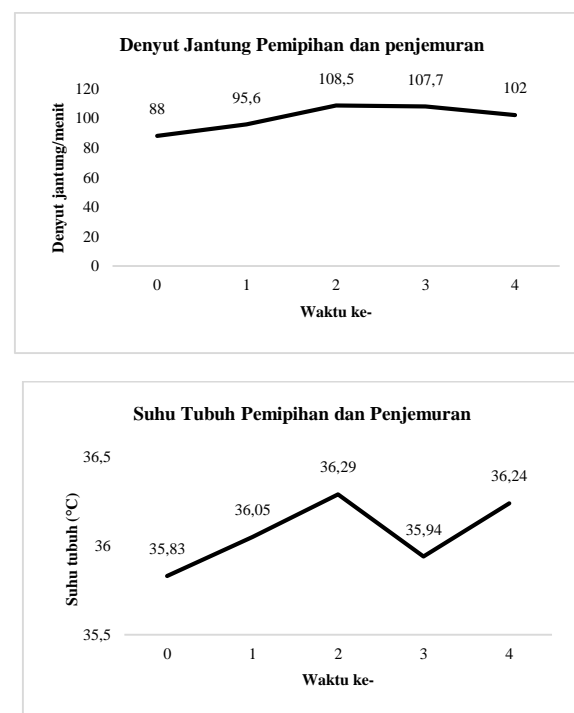
Dari pengukuran denyut jantung yang telah dilakukan, dapat dilihat bahwa secara umum pola perubahan denyut jantung selama bekerja mengalami perubahan. Perubahan denyut jantung selama 1,5 jam bekerja menunjukkan pola yang meningkat kemudian pada waktu tertentu mulai menurun. Dari Gambar 6 dapat dilihat pada pengambilan data ke 0 tersebut pekerja belum melakukan pekerjaannya kemudian denyut jantung terus mengalami kenaikan setiap 30 menitnya dan mengalami penurunan pada pengambilan data ke 3. Suhu tubuh pekerja pendinginan meningkat sampai waktu ke-2 kemudian menurun, yang dapat disebabkan pekerja bekerja statis tidak melakukan pergerakan.

### Pemipihan dan Penjemuran

Dari pengukuran denyut jantung yang telah dilakukan, dapat dilihat pada Gambar 7 bahwa secara umum pola perubahan denyut jantung selama bekerja mengalami perubahan. Perubahan denyut jantung selama 2 jam bekerja menunjukkan pola yang meningkat kemudian pada waktu tertentu mulai menurun. Berdasarkan Gambar 7, pada pengambilan data ke 0 tersebut pekerja belum melakukan pekerjaannya kemudian denyut jantung terus mengalami kenaikan setiap 30 menitnya dan mengalami penurunan. Hal tersebut dapat dilihat pada pengambilan data ke 3 dan ke 4 grafik mengalami penurunan kemudian mengalami puncak kenaikan pada pengambilan data ke 3. Dari pengambilan data ke 0 hingga pengambilan data 4 grafik mengalami kenaikan dan kemudian penurunan setiap 30 menitnya.



**Gambar 6.** Denyut jantung dan suhu tubuh pekerja bagian pendinginan



**Gambar 7.** Denyut jantung (kiri) dan suhu tubuh (kanan) pekerja bagian penjemuran

Pada saat pengukuran denyut jantung terus mengalami kenaikan dikarenakan pekerja mulai melakukan pekerjaannya seperti mengambil jagung

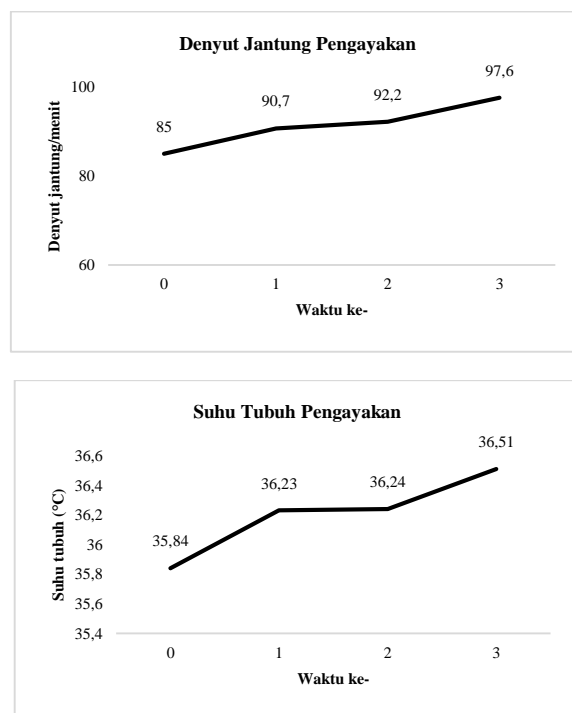
pipih dari mesin pemipih secara cepat sehingga jagung pipih tidak menumpuk pada mesin pemipihan. Setelah dari proses pemipihan, pekerja langsung mengangkat jagung pipih tersebut untuk dijemur dengan bertumpu pada tangan dan kepala pekerja. Pekerjaan tersebut dilakukan secara terus-menerus. Denyut jantung pekerja mulai mengalami penurunan pada pengambilan data ke 3 dan ke 4 dikarenakan pada saat itu pekerja 6 melakukan pekerjaan yang lebih ringan atau melakukan kegiatan lain seperti beristirahat sebentar untuk minum. Suhu tubuh pekerja pemipihan dan penjemuran meningkat dikarenakan bekerja di bawah sinar matahari. Namun suhu tubuh pekerja menurun pada waktu ke-3 yang disebabkan pekerja bergerak ke area yang terlindung dari sinar matahari, dimana sinar matahari dapat merubah reaksi manusia pada suhu tubuhnya (Givoni *et al.*, 2003).

### Pengayakan

Dari pengukuran denyut jantung yang telah dilakukan, dapat dilihat pada Gambar 8 bahwa secara umum pola perubahan denyut jantung selama bekerja mengalami perubahan. Perubahan denyut jantung selama 2 jam bekerja menunjukkan pola yang meningkat kemudian pada waktu tertentu mulai menurun. Hal ini dikarenakan ketika mulai bekerja denyut jantung terus meningkat sampai pada waktu tertentu tubuh mulai merasakan kelelahan. Dari Gambar 8 dapat dilihat bahwa ada beberapa titik yang menunjukkan denyut jantung naik kembali setelah mengalami penurunan. Hal tersebut dapat dilihat pada grafik pengambilan data ke 4 dimana pada saat pengambilan data ke 3 denyut jantung pekerja menurun kemudian pengambilan data ke 4 denyut jantung pekerja mengalami kenaikan kembali.

Naiknya kembali denyut jantung setelah mengalami penurunan ini dapat disebabkan pekerja melakukan istirahat menit sebelumnya. Istirahat yang dilakukan pekerja ini menyebabkan denyut jantung menurun. Setelah beristirahat pekerja tersebut kembali bekerja sehingga denyut jantung naik kembali. Pekerja 7 mengalami puncak dengan denyut jantung pada pengambilan data ke 2. Hal ini dapat dikarenakan pekerja tidak hanya melakukan pengayakan saja namun juga melakukan pekerjaan lainnya seperti membantu pekerja pada proses lainnya. Suhu tubuh pekerja bagian pengayakan secara umum mengalami peningkatan selama bekerja, ditunjukkan dari suhu 35,84°C pada waktu ke-0 dan naik hingga 36,51°C pada waktu ke-4. Hal tersebut menunjukkan bahwa semakin lama bekerja suhu tubuh pekerja akan semakin meningkat. Namun begitu pekerja pada bagian

pengayakan hanya mengalami sedikit peningkatan dari waktu ke-2 ke waktu ke-3. Kenaikan suhu yang kecil ini dikarenakan pekerja melakukan istirahat singkat pada kurun waktu tersebut.



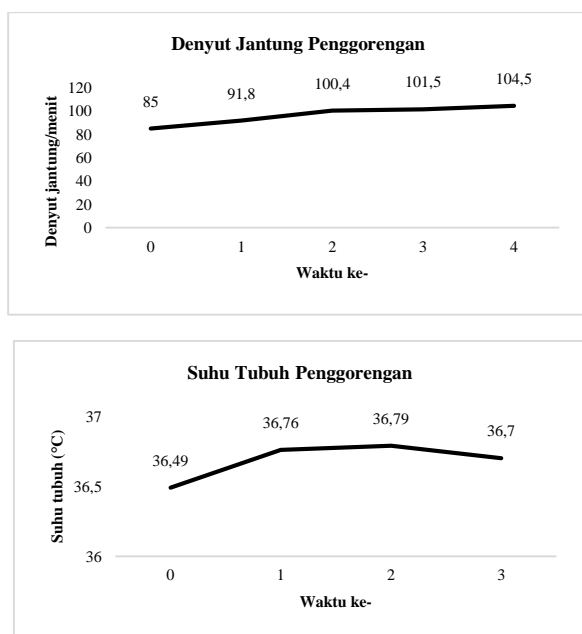
**Gambar 8.** Denyut jantung dan suhu tubuh pekerja bagian pengayakan

### Penggorengan

Gambar 9 menunjukkan denyut jantung dan suhu tubuh pekerja pada proses penggorengan. Secara umum pola perubahan denyut jantung selama bekerja mengalami perubahan. Perubahan denyut jantung selama 2 jam bekerja menunjukkan pola yang menaik kemudian pada waktu tertentu mulai menurun. Hal ini dikarenakan ketika mulai bekerja denyut jantung akan terus meningkat sampai pada waktu tertentu tubuh mulai merasakan kelelahan. Dari Gambar 9 dapat dilihat bahwa ada beberapa titik yang menunjukkan denyut jantung naik kembali setelah mengalami penurunan. Hal tersebut dapat dilihat pada grafik pengambilan data ke 3 dan ke 4 dimana pada saat pengambilan data ke 3 denyut jantung pekerja menurun kemudian pengambilan data ke 4 denyut jantung pekerja mengalami kenaikan kembali.

Naiknya kembali denyut jantung setelah mengalami penurunan ini dapat disebabkan pekerja melakukan istirahat menit sebelumnya. Istirahat yang dilakukan pekerja ini menyebabkan denyut jantung menurun. Setelah beristirahat pekerja tersebut kembali bekerja sehingga denyut jantung naik kembali. Pada grafik tersebut pekerja 7 me-

ngalami puncak dengan denyut jantung berdetak lebih cepat adalah pada pengambilan data ke 2. Hal ini dapat dikarenakan pekerja mendapatkan oksigen yang sedikit sehingga berpengaruh pada denyut jantung, dimana pekerja melakukan pekerjaannya pada lingkungan yang kurang oksigen akibat asap dari bahan bakar kayu dan udara yang panas. Desain lingkungan kerja seperti pencahayaan, kebisingan, getaran, iklim, dan radiasi adalah faktor relevan yang dapat mempengaruhi manusia dalam bekerja (Spath, Braun, & Hagenmeyer, 2006). Suhu tubuh pekerja penggo-rengan meningkat sampai dengan waktu ke-2, yang dikarenakan suhu panas di area penggorengan. Pada waktu ke-3 suhu tubuh pekerja menurun dikarenakan pekerja melakukan istirahat singkat sebelum kembali melakukan penggorengan.



**Gambar 9.** Denyut jantung dan suhu tubuh pekerja bagian penggorengan

### Beban Kerja Fisik

Beban kerja fisik dilihat berdasarkan %HRR dan juga konsumsi oksigen. Hasil pengukuran dari %HRR dan juga konsumsi oksigen untuk setiap proses dapat dilihat pada Tabel 4. Klasifikasi %HRR berdasarkan Tabel 3. Klasifikasi konsumsi oksigen berdasarkan Tabel 2.

#### Proses Perebusan

Pekerja dalam melakukan proses perebusan jagung memiliki rata-rata denyut jantung 107,327 denyut per menit dan rata-rata suhu tubuh pekerja 36,28°C. Pada proses perebusan, %HRR pekerja sebesar 23%. Beban kerja fisik pada proses pe-

rebusan diklasifikasikan tidak terjadi kelelahan. Pada proses perebusan tidak terdapat beban kerja fisik yang berat karena pekerja hanya mengangkat jagung saja, setelah itu jagung direbus atau dididamkan didalam panci rebusan sambil diaduk beberapa saat. Proses perebusan tidak banyak mengeluarkan energi pekerja.

Nilai konsumsi oksigen proses perebusan adalah 0,9 liter/menit. Nilai konsumsi oksigen tersebut diklasifikasikan ke dalam pekerjaan yang moderat atau sedang. Hal ini dikarenakan pada proses perebusan pekerja tidak melakukan pekerjaan yang terlalu berat, hanya proses pemindahan jagung kedalam panci perebus saja yang membutuhkan tenaga cukup besar, setelah itu jagung hanya didiamkan selama dua jam dan sesekali diaduk. Pada proses perebusan ini, pekerja tidak mengeluarkan banyak tenaga sehingga oksigen yang dikonsumsi pun sedikit. Energi yang dikonsumsi seringkali bisa diukur secara langsung yaitu melalui konsumsi oksigen ( $O_2$ ) yang dihisap. Volume oksigen yang dibutuhkan saat bekerja dapat dipakai sebagai dasar menentukan jumlah kalori yang diperlukan selama kerja, 1 liter oksigen sama dengan 4,7–5 Kkal (Kasmarani, 2012).

**Tabel 4.** Beban kerja fisik berdasarkan %HRR dan konsumsi oksigen pada semua operasi

Stasiun kerja	%HRR (%)	Konsumsi oksigen (liter/menit)
Perebusan	23 (tidak terjadi kelelahan)	0,9 (sedang)
Pencucian 1	31 (perlu perbaikan)	1,1 (berat)
Pencucian 2	31 (perlu perbaikan)	1,1 (berat)
Pengukusan	21 (tidak terjadi kelelahan)	1,1 (berat)
Pendinginan	10 (tidak terjadi kelelahan)	1,1 (berat)
Pemipihan dan penjemuran	15 (tidak terjadi kelelahan)	0,9 (sedang)
Pengayakan	9 (tidak terjadi kelelahan)	0,8 (sedang)
Penggorengan	16 (tidak terjadi kelelahan)	0,9 (sedang)

#### Proses Pencucian 1

Pada proses ini, pekerja memiliki rata-rata denyut jantung 118,87 denyut per menit dan suhu tubuh 36,46°C. Proses ini memiliki %HRR 31%, dikategorikan harus dilakukan perbaikan. Berdasarkan pengamatan yang ada di lingkungan kerja, proses pencucian dan perendaman merupakan proses yang berat yang harus dilakukan pekerja.



Sikap kerja proses ini sangat tidak ergonomis dan memiliki peluang paling besar terjadi cedera otot pada pekerja, juga menjadi proses yang paling banyak mengeluarkan energi pekerja.

Konsumsi oksigen pada proses pencucian dan perendaman didapatkan sebesar 1,1 liter/menit. Proses pencucian dan perendaman memiliki klasifikasi pekerjaan berat. Aktivitas berat pada proses ini yaitu pada saat pekerja memindahkan jagung dari drum perebusan dengan kondisi jagung yang masih panas kedalam mesin pencuci, kemudian pekerja mengangkat air kedalam mesin pencucian. Proses tersebut berlangsung selama 1-2 jam. Aktivitas tersebut yang membuat pekerja banyak mengeluarkan energi dalam menyelesaikan pekerjaannya, sehingga membutuhkan banyak oksigen. Selain itu kondisi lingkungan di proses pencucian 1 yang panas juga dapat meningkatkan beban kerja, dikarenakan kondisi iklim berkontribusi terhadap beban kerja (Veenstra, Visser, Rietjens, Vrijkotte, & Valk, 2009).

#### Proses Pencucian 2

Pada proses pencucian 2 pekerja memiliki rata-rata denyut jantung sebesar 115,47 denyut per menit dan suhu tubuh 36,27°C. %HRR pada proses ini sebesar 31% atau diklasifikasikan harus dilakukan perbaikan. Berat beban kerja proses pencucian 2 sama dengan proses pencucian dan perendaman, karena menggunakan alat yang sama dan cara kerja yang sama. Sikap kerja yang tidak ergonomis menimbulkan kelelahan dan kemungkinan terjadinya cedera otot bagi pekerja, untuk itu disarankan segera dilakukan perbaikan.

Pada proses ini pekerja mengonsumsi oksigen sebanyak 1,1 liter/menit dengan klasifikasi pekerjaan berat. Pekerjaan pencucian banyak membutuhkan energi dari pekerja. Pekerja memindahkan jagung dari bak perendaman ke dalam mesin pencuci kemudian mengangkat air untuk proses pencucian tersebut. Proses pencucian 2 ini merupakan aktivitas yang berat, oleh karena itu angka konsumsi oksigennya besar.

#### Pengukusan

Pada proses pengukusan pekerja memiliki rata-rata denyut jantung sebesar 110,32 denyut per menit dan suhu tubuh 36,24°C. Kemudian %HRR yang didapat pada proses ini sebesar 21% atau diklasifikasikan tidak terjadi kelelahan pada proses pengukusan. Pada proses ini pekerja melakukan pekerjaannya tidak terlalu berat dimana pekerja mengambil jagung pipilan yang dikukus untuk kemudian dibawa ke proses pendinginan menggunakan keranjang dengan dibantu oleh

pekerja lain. Namun pekerja sedikit merasakan sakit pada bahu karena mengangkat beban yang bertumpu pada kekuatan bahu.

Pada proses ini pekerja mengonsumsi oksigen sebanyak 1,1 liter/menit dengan klasifikasi pekerjaan berat. Proses pengukusan dikatakan pekerjaan berat karena terdapat aktivitas mengangkat dan memindahkan jagung panas dari stasiun pengukusan menuju stasiun pendinginan. Pekerja mengangkat jagung dengan berat 50 kg dan memindahkan jagung tersebut ke stasiun pendinginan dengan jarak 7 meter. Aktivitas tersebut yang membuat pekerja mengeluarkan banyak energi sehingga banyak membutuhkan oksigen

#### Pendinginan

Pada proses pendinginan pekerja memiliki rata-rata denyut jantung sebesar 95,29 denyut per menit dan suhu tubuh 36,15°C. Kemudian %HRR yang diperoleh pada proses ini sebesar 10% atau diklasifikasikan tidak terjadi kelelahan pada proses pendinginan. Pada beban kerja fisik yang dialami oleh pekerja untuk proses pendinginan cukup ringan dimana pekerja hanya membolak-balik pipilan jagung yang baru saja diangkat dari proses pengukusan untuk didinginkan dan pada proses ini pekerja masih dibantu dengan kipas pendingin untuk mempercepat proses pendinginan.

Pada proses ini pekerja mengonsumsi oksigen sebanyak 1,1 liter/menit. Pada proses pendinginan atau mengangin-anginkan jagung, pekerja banyak membutuhkan oksigen karena kenaikan suhu lingkungan. Kenaikan suhu lingkungan mengakibatkan peningkatan laju reaksi dan berpengaruh terhadap aktivitas metabolisme sel tubuh pekerja sehingga pekerja membutuhkan banyak oksigen (Andriyanto & Bariyah, 2012).

#### Pemipihan dan Penjemuran

Pada proses pemipihan dan penjemuran pekerja memiliki rata-rata denyut jantung sebesar 100,60 denyut per menit dan suhu tubuh 36,20°C. Kemudian %HRR yang diperoleh pada proses ini sebesar 15% atau diklasifikasikan tidak terjadi kelelahan pada proses pemipihan dan penjemuran. Pada beban kerja fisik yang dialami oleh pekerja untuk proses pemipihan dan penjemuran cukup berat dimana pekerja melakukan proses pemipihan menggunakan bantuan alat semi otomatis dan kemudian jagung pipih yang sudah ditata diangkat dengan posisi badan membungkuk dan harus berdiri kembali untuk diangkat ke atas kepala. Pada proses ini pekerja sering merasa kelelahan yang terjadi akibat sering membungkuk yang membuat

cedera otot ringan dikarenakan posisi yang kurang ergonomis.

Pada proses ini pekerja mengkonsumsi oksigen sebanyak 0,9 liter/menit. Proses pemipihan dan penjemuran memerlukan banyak energi yang harus dikeluarkan pekerja. Pekerja mengangkat jagung yang sudah dipipihkan kemudian menjemur jagung tersebut. Proses pemipihan dan penjemuran ini masuk dalam klasifikasi pekerjaan moderat.

#### Pengayakan

Pada proses pengayakan pekerja memiliki rata-rata denyut jantung sebesar 92,63 denyut per menit dan suhu tubuh 36,20°C. Kemudian %HRR yang diperoleh pada proses ini sebesar 9% atau diklasifikasikan tidak terjadi kelelahan pada proses pengayakan. Beban kerja fisik yang dialami oleh pekerja proses pengayakan ringan karena pada proses ini pekerja hanya mengayak emping jagung yang sudah kering tadi untuk dipisahkan dari emping jagung yang terlalu kecil untuk selanjutnya digoreng.

Pada proses ini pekerja mengkonsumsi oksigen sebanyak 0,8 liter/menit dengan klasifikasi pekerjaan moderat. Proses pengayakan emping jagung bukan suatu pekerjaan yang berat. Oleh karena itu jumlah oksigen yang dikonsumsi oleh pekerja sedikit.

#### Penggorengan

Pada proses penggorengan pekerja memiliki rata-rata denyut jantung sebesar 98,86 denyut per menit dan suhu tubuh 36,69°C. Kemudian %HRR yang diperoleh pada proses ini sebesar 16% atau diklasifikasikan tidak terjadi kelelahan pada proses pemipihan dan penjemuran. Pada beban kerja fisik yang dialami oleh pekerja untuk proses penggorengan cukup ringan namun membutuhkan ketelatenan karena apabila pada proses ini pekerja tidak telaten maka emping jagung yang digoreng akan hangus. Pada proses ini pekerja merasakan kelelahan yang diakibatkan oleh posisi duduk yang kurang ergonomis dan lingkungan yang lembab yang berasal dari asap tungku penggorengan dan atap yang terbuat dari seng.

Pada proses ini pekerja mengkonsumsi oksigen sebanyak 0,9 liter/menit dengan klasifikasi pekerjaan moderat. Proses penggorengan ini tidak membutuhkan tenaga yang cukup banyak, namun pekerja sedikit terganggu dengan asap pada saat menggoreng, oleh karena itu pekerja kesulitan untuk menghirup oksigen dan jumlah konsumsi oksigen per menit rendah.

## KESIMPULAN

Tingkat beban kerja fisik setiap proses berdasarkan %HRR, yang dikategorikan tidak terjadi kelelahan yaitu proses perebusan (23%), pengukusan (21%), pendinginan (10%), pemipihan dan penjemuran (15%), pengayakan (9%) serta penggorengan (16%). Proses yang dikategorikan perlu perbaikan yaitu proses pencucian 1 (31%) dan pencucian 2 (31%). Berdasarkan konsumsi oksigen, proses yang dikategorikan sedang adalah proses perebusan (0,9 liter/menit), pemipihan dan penjemuran (0,9 liter/menit), pengayakan (0,8 liter/menit), serta penggorengan (0,9 liter/menit). Proses yang dikategorikan berat yaitu proses pencucian 1 (1,1 liter/menit), pencucian 2 (1,1 liter/menit), pengukusan (1,1 liter/menit), dan pendinginan (1,1 liter/menit). UKM sebaiknya mengevaluasi kerja yang dilakukan pekerja, khususnya pada pekerjaan yang memiliki beban kerja berat dan menimbulkan kelelahan (perlu perbaikan), seperti bagian pencucian 1 dan 2.

#### Daftar Pustaka

- Andriyanto, & Bariyah, C. (2012). Analisis Beban Kerja Operator Mesin Pemotong Batu Besar (Sirkel 160 Cm) dengan Menggunakan Metode 10 Denyut. *Jurnal Ilmiah Teknik Industri*, 11(2), 136–143.
- Badan Pusat Statistik. (2016). *Jumlah Perusahaan Industri Mikro dan Kecil Menurut Provinsi, 2013-2015*. Jakarta. Retrieved from <http://bps.go.id/linkTableDinamis/view/id/1004>
- Benzinger, T. H. (1959). On Physical Heat Regulation and the Sense of Temperature in Man. *Proceeding of The National Academy of Science of the United States*, 45(4), 645–659.
- Fauzi, Z. A. (2013). *Faktor-faktor yang Berhubungan dengan Suhu Tubuh Pekerja Tahu di Kecamatan Ciputat Tahun 2013*. Universitas Islam Negeri Syarif Hidayatullah Jakarta. Retrieved from <http://eprints.uns.ac.id/2504/>
- Givoni, B., Noguchi, M., Saaroni, H., Pochter, O., Yaakov, Y., Feller, N., & Becker, S. (2003). Outdoor comfort research issues. *Energy and Buildings*, 35(1), 77–86. [https://doi.org/10.1016/S0378-7788\(02\)00082-8](https://doi.org/10.1016/S0378-7788(02)00082-8)
- Hunt, A. P. (2011). *Heat Strain, Hydration Status, and Symptoms of Heat Illness in Surface Mine Workers. The Scholl of Human Movement Studies and the Institute of Health and Biomedical Innovation*. Queensland University of

- Technology.
- Iridiastadi, H., & Yassierli. (2015). *Ergonomi Suatu Pengantar*. Bandung: Remaja Rosdakarya.
- Kasmarani, M. K. (2012). Pengaruh Beban Kerja Fisik dan Mental Terhadap Stres Kerja Pada Perawat Di Instalasi Gawat Darurat (IGD) RSUD Cianjur. *Jurnal Kesehatan Masyarakat*, 1(2), 767–776.
- Kementerian Ketenagakerjaan Republik Indonesia. Rencana Strategis Kementrian Tenaga Kerja Tahun 2015-2019 (2015). Indonesia. Retrieved from <http://www.gmf-aeroasia.co.id/>
- Kerslake, D. M. (1982). Effects of climate. In W. T. Singleton (Ed.), *The Body at work: Biological Ergonomics* (pp. 235–271). New York: Cambridge University Press.
- Konz, S., & Johnson, S. (2008). *Work Design : Occupational Ergonomics* (Seventh Ed). Scottsdale: Holcomb Hathaway Publishers.
- Nurmianto, E. (2003). *Ergonomi : Konsep Dasar Dan Aplikasinya*. Surabaya: Guna Widya.
- Rakhmaniar, F. (2007). *Evaluasi Kinerja Pelayanan Pusat Belanja Dalam Mendukung Kegiatan Rekreasi Berdasarkan Persepsi Dan Preferensi Pengunjung (Studi Kasus : Kota Bandung)*. Institut Teknologi Bandung.
- Rumatela, A., & Maitimu, N. E. (2012). Analisis Keluhan Psikis dan Fisik Karyawan dengan Menggunakan Metode Pshychophysiologi. *Jurnal Teknologi*, 9(2), 1048–1055.
- Sari, Y. R., Manullang, N., Anas, T., Narjoko, D. A., Simangunsong, A., Purwanti, W., ... Paramitha, F. (2015). *Pemetaan dan Strategi Peningkatan Daya Saing UMKM dalam Menghadapi MEA 2015 dan Pasca MEA 2025*. Jakarta. Retrieved from [http://www.bi.go.id/id/publikasi/wp/Documents/WP BI No.9-2015 Pemetaan dan Strategi Peningkatan Daya saing UKM.pdf](http://www.bi.go.id/id/publikasi/wp/Documents/WP%20BI%20No.9-2015%20Pemetaan%20dan%20Strategi%20Peningkatan%20Daya%20saing%20UKM.pdf)
- Sitohang, D. R., Winaningthias, M., & Iridiastadi, H. (2010). Pada Industri Manufaktur (Industri Pembuatan Komponen Pesawat Terbang dan Industri Sepatu). *J@ti Undip : Jurnal Teknik Industri*, 5(2), 119–126.
- Soleman, A. (2011). Analisis beban kerja ditinjau dengan faktor usia dengan pendekatan recommended weight limit. *Jurnal ARIKA Media Ilmuan Dan Praktisi Teknik Industri*, 5(2), 89–98.
- Spath, D., Braun, M., & Hagenmeyer, L. (2006). Human Factors and Ergonomics in Manufacturing and Process Control. In *Handbook of Human Factors and Ergonomics* (pp. 1597–1625). Hoboken, NJ, USA: John Wiley & Sons, Inc. <https://doi.org/10.1002/0470048204.ch61>
- Tarwaka, Bakri, S. H. A., & Sudiajeng, L. (2004). *Ergonomi untuk Keselamatan, Kesehatan Kerja dan Produktivitas*. Surakarta: UNIBA Press. Retrieved from <http://shadibakri.uniba.ac.id/wp-content/uploads/2016/03/Buku-Ergonomi.pdf>
- Veenstra, B., Visser, T., Rietjens, G., Vrijkotte, S., & Valk, P. (2009). Human Performance Enhancement for NATO Military Operations (Science, Technology and Ethics). In *The Research and Technology (RTO) Organisation Meeting Proceedings of NATO* (pp. 1–22). Sofia: The Research and Technology (RTO). <https://doi.org/10.14339/RTO-MP-HFM-181>
- Wahyudi, M. A., Dania, W. A. P., & Silalahi, R. L. R. (2015). Work Posture Analysis of Manual Material Handling Using OWAS Method. *Agriculture and Agricultural Science Procedia*, 3, 195–199. <https://doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.01.038>
- Wignjosoebroto, S. (2000). *Ergonomi, Studi Gerak & Waktu, Teknik Analisis untuk Peningkatan Produktivitas Kerja*. Surabaya: Guna Widya.